

⑫ 公開特許公報(A) 平3-157816

⑬ Int.Cl.⁵G 11 B 7/00
7/24

識別記号

Q
B

庁内整理番号

7520-5D
8120-5D

⑭ 公開 平成3年(1991)7月5日

審査請求 未請求 請求項の数 9 (全9頁)

⑮ 発明の名称 光学情報記録部材および光学情報記録再生装置

⑯ 特 願 平1-296550

⑰ 出 願 平1(1989)11月15日

⑱ 発 明 者	西 内 健 一	大阪府門真市大字門真1006番地	松下電器産業株式会社内
⑱ 発 明 者	山 田 昇	大阪府門真市大字門真1006番地	松下電器産業株式会社内
⑱ 発 明 者	赤 平 信 夫	大阪府門真市大字門真1006番地	松下電器産業株式会社内
⑲ 出 願 人	松下電器産業株式会社	大阪府門真市大字門真1006番地	
⑲ 代 理 人	弁理士 栗野 重孝	外1名	

明 細 書

1. 発明の名称

光学情報記録部材および光学情報記録再生装置

2. 特許請求の範囲

(1) 複数の情報記録層と前記記録層の間に透明な分離層を設けた構成からなる光学情報記録部材において、前記記録層の少なくとも2層は情報再生用の光源の波長に対し一定の吸収または回折を伴う記録層から構成され、前記記録部材の特定の部分に前記各記録層に照射する光の強度を管理する管理領域を設けたことを特徴とする光学情報記録部材。

(2) 各記録層に照射する光の強度を管理する管理領域を、光源に最も近い記録層上のデータ領域に近接する領域に設けることを特徴とする請求項1記載の光学情報記録部材。

(3) 複数の情報記録層と前記記録層の間に透明な分離層を設けた構成からなる光学情報記録部材上に光を照射し、前記記録層の情報を再生する装

置において、再生用の光源と、前記光源からの光ビームを前記記録部材上に導く光学的手段と、前記記録部材の一部に設けられた管理領域からの情報にしたがって、前記記録層に照射する光の強度を設定することを特徴とする光学情報記録再生装置。

(4) 光源からの光ビームを前記記録部材上に導く光学的手段が、前記光源からの光ビームを著脱可能な平行平板を介して前記記録層上に集光することを特徴とする請求項3記載の光学情報記録装置。

(5) 複数の情報記録層と前記記録層の間に透明な分離層を設けた構成からなる光学情報記録部材上に光を照射し、前記記録層の情報を再生する装置において、前記記録層の少なくとも1層は記録可能あるいは書き換え可能である記録層から構成され、記録再生用の光源と、前記光源からの光ビームを前記記録部材上に導く光学的手段と、前記記録部材の記録状態を管理する手段と、前記記録状態を確認する手段からの出力に対応させて各層

に対して独立の光強度を設定することを特徴とする光学情報記録再生装置。

(6) 記録部材の記録状態を管理する手段が、光学情報記録層からの反射光量を検出する手段から構成されることを特徴とする請求項5記載の光学情報記録再生装置。

(7) 光源からの光ビームを記録部材上に導く光学的手段が、前記光源からの光ビームを着脱可能な平行平板を介して記録層上に集光することを特徴とする請求項5記載の光学情報記録装置。

(8) 複数の情報記録層と前記記録層の間に透明な分離層を設けた構成からなる光学情報記録部材上に光を照射し、照射した光の光学的な変化を利用して情報を記録する装置において、記録再生用の光源と、前記光源からの光ビームを前記記録部材上に導く光学的手段と、前記記録層の記録状態を管理する手段と、前記光源からの光ビームを着脱可能な平行平板を介して前記記録層上に導く光学的手段とを備え、前記光ビームの記録部材への入射側に対し最も離れた位置にある記録層から順

次記録を行なうことを特徴とする光学情報記録再生装置。

(9) 記録層の少なくとも1層は書き換えが可能である記録層で構成され、前記記録媒体への記録に際しては始めに前記光ビームの記録部材への入射側に対し最も離れた位置にある記録層から記録を開始し、順次光ビームの入射側の層に記録を行ない、一旦全ての層に記録が行なわれた後に、書き換えモードで動作を行なうことを特徴とする請求項8記載の光学情報記録再生装置。

3. 発明の詳細な説明

産業上の利用分野

本発明は、複数の情報記録層を備えた光記録部材、および記録部材上に情報を記録再生する装置に関する。

従来の技術

レーザー光等の高密度エネルギー光束を利用して情報の記録・再生を行う技術は既に公知であり、第一はコンパクトディスクやレーザーディスクに代表される再生専用の光ディスクである。第二は文

-3-

書ファイル、データファイルへと応用が盛んに行われている追記型の光ディスク、第三は記録消去の可能な光ディスクである。これらの装置の詳細は、例えば「光ディスク技術」(尾上守夫監修、ラジオ技術社出版、平成元年2月10日)に記載されている。第二および第三の光記録は、いずれもヒートモードの記録であり、照射した光のエネルギーを記録層が吸収し、温度上昇することにより行われる。

一方、次世代の光記録材料としては、フォトンモードで記録できる有機色素等を用いたフォトクロミック材料が検討されている。これらの材料を用いて、吸収スペクトルの異なる性質の薄膜を積層することにより光多重記録を行い、光ディスクの記録密度を大幅に向上させる方法が提案されている。

発明が解決しようとする課題

上記のような光多重記録のための記録材料には、各層の記録前後の吸収スペクトラムと信号再生用の光源の波長を一致させる必要がある。しかし、

-5-

-4-

光記録装置の、光源としては半導体レーザーが一般的であるが、現在室温で連続発振可能な半導体レーザーの波長は、850、780、670nmと限られた範囲である。

このため、半導体レーザーを用いて光多重記録を行なうためには、各層がそれぞれの記録レーザー光の波長に対して選択的な吸収特性を示すことが必要である。さらに記録の前後で記録層の光学特性(屈折率、消衰係数)が、それぞれの目的とする層の再生光の波長に対しては変化率が大きく、他の層の再生光の波長に対しては変化しないことが必要である。しかし、これらの条件を満足し、かつ長時間それぞれの状態が安定である記録材料の開発には、至っていない。

本発明は、複数の記録層を積層してなる多層構造の光学情報記録部材に対し、各記録層の材料組成が同一、あるいは各記録層の材料は異なるが記録前後で吸収スペクトルが再生光の波長領域で変化するような場合においても、信号の再生あるいは記録が可能である光学情報記録部材および記録

-6-

再生装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

情報記録部材を各記録層の間に透明な分離層を設けた構成とし、記録部材の特定の部分に各記録層に対応させた再生パワーの管理領域を設ける。

情報の再生時には管理領域からの信号に応じて再生パワーを制御する。また、信号の記録時には光ビームの入射側に対し最も離れた記録層の一端から順次記録を行なう。あるいは、光記録部材からの反射光量に応じて記録パワーを制御する。

作用

各記録層の間に透明な分離層を設けることにより、記録層間を一定の距離にする事ができ、目的とする記録層に近接した層からの影響を小さくすることができる。

また再生光のパワーを各記録層に応じて変化させることにより、各記録層から一定の振幅を持つ再生信号を得ることができ、記録層に形成された情報を誤りなく復調することができる。

また、記録を光ビームの入射側に対し最も離れ

た記録層の一端から順次記録を行なうことにより、各層に対し1つの記録パワーを設定するだけで確実な記録が行なわれる。

さらに、光記録部材からの反射光量に応じて記録パワーを制御することで、各記録層の記録状態にかかわらず任意の記録層に記録することが可能となる。

実施例

(実施例1)

第2図は、本発明に用いる光学情報記録部材の一実施例を示す断面図である。光学情報記録部材である光ディスク1は基板2上に複数の情報記録層3a、3b、3cを備え、各記録層の間は、分離層4a、4bにより熱的に、かつ光学的に分離されている。情報記録層3は、凹凸や、光学的な濃度差あるいはビットからなる情報パターンが形成されている。

光ディスク用の基板2としては、ポリカーボネートやポリメチルメタクリレート(PMMA)等の樹脂材料、及びガラスが用いられる。基板の

-7-

-8-

表面には光ビームのトラッキング用の記録方向に一定の深さを持つガイドトラック、またはサンプリングトラッキング用の凹凸ビットが形成されている。

記録層3a、3b、3cを構成する材料には、再生専用、1回だけ記録可能な追記型、再記録の可能な書換え型の3種類がある。再生専用では、基板2あるいは分離層4の表面に凹凸ビットを情報として形成したものを、記録層の材料の機能としては一定の反射率、透過率を示す薄膜で、例えばAl、Au等の金属材料が適用できる。この場合の記録状態は凹凸ビットの回折による反射光量あるいは透過光量の変化を、利用して信号の再生を行なう。追記型の記録材料としては、Te-O、Te-Pd-O、Sb-Se、BiTe等の相変化を利用するもの、即ちアモルファス-結晶間の光学定数の差を利用して信号を記録する。また、Te-C、TeSe、有機色素材料等の形状変化による回折あるいは記録膜の有無による反射光量あるいは透過光量の変化を利用して記録を行なう記録材料がある。書換え型には、照

射された光を吸収し昇温することにより、アモルファス-結晶間あるいは結晶-結晶間の相変化するもの、形状の変化を生じるもの、磁気光学効果を利用した光磁気記録材料がある。アモルファス-結晶間の相変化には、GeTe、GeTeSb、GeSbTeSe、InSe、InSbTe、InSeTlCo等の材料が、また結晶-結晶間の相変化には、InSb、AgZn系等の材料を用いることができる。光磁気記録材料としては、MnBi、GdTbFe、TbFeCo系の材料やCo-Pt、Co-Pd等の超構造薄膜等が適用できる。前記3種類の薄膜のほとんどは波長選択性の少なく、単に積層するだけでは情報の再生は困難である。また、光により直接変化するスピロピラン系に代表されるフォトンモードのフォトクロミック材料等も適用できる。

各記録層に形成された情報を、分離して独立に再生可能とするため透明分離層4a、4bを記録層間に設ける。透明分離層4a、4bは照射光の波長に対して、光吸収が小さく薄膜の形成が容易であることが要求され、SiO₂、ZnS、SiN、AlN等の誘電体材料あるいはPMMA、ポリスチレン等の樹脂材料

-9-

-10-

等を用いることができる。記録層3の間隔は、各記録層に記録された信号の許容クロストーク量に合わせて設定する。光の入射側から見て最終の記録層3cの上には、記録層の保護するための保護層5を設ける。保護層を材料としては、前述の基板2または透明分離層に用いた材料が適用できる。また、ディスクの特定部に例えばデータ記録領域に近接した記録層上にディスク管理領域21aを設け、ディスクの記録状態の管理や、照射する光の強度の管理をするための情報を記録する。

第2図以外に、記録層3cと保護層の間に、透明分離層と反射層を設け、照射した光の利用効率を高める方法がある。反射層用の材料としては、入射光に対し一定の反射率を示すものでA1、Auなどの金属が用いられる。

次に第1図により、本発明の記録装置の一実施例を説明する。全体は、レーザ駆動部A、光学系B、再生制御部Cから構成される。

レーザ駆動部Aは、光ディスク1からの情報を再生する場合には、コントローラ6からの制御信

号により駆動回路7が動作し、所定の再生パワーに対応した電流で半導体レーザ11を駆動する。一方、光ディスクにデータ信号を記録する場合、入力されたデータ信号9sは、最初にバッファメモリ10に一時記憶され、コントローラ6の指令により変調回路11に伝達される。変調回路11はデータ信号9sを所定のフォーマットのコード信号11s、例えば2-7RLLCコード等に変換される。駆動回路7は、変調回路からのコード信号11sに従って半導体レーザ8を駆動する。

光学系Bは、基本的に従来の光ディスク装置と同じ構成であるが、異なる点は光ディスク1が複数の記録層を持つため、複数の記録層の中から目的の層に光を集光する手段が必要である。ここでは、対物レンズ12と光ディスク1の間に光路長を変更用の透明平板13を設け、目的とする記録層に応じて平行平板の厚さを選択する方法を用いた。

光ディスク上に信号を記録、あるいは記録された信号を再生するための光源としては、半導体レ

-11-

-12-

ーザ8を用いる。レーザ駆動部Aにより変調された半導体レーザ8の光はコリメータレンズ14により平行光となり、偏向ビームスプリッター15で反射され、1/4波長板16を透過し、対物レンズ12により所定の光学長を有する平行平板13を経て光ディスク1の情報記録面上に集光される。

また、情報記録層からの反射光は、再び平行平板13、対物レンズ12、1/4波長板16を経て、偏向ビームスプリッター15を透過し、光検出器17に入射する。光検出器により光電変換された信号17sは、再生制御部Cのプリアンプ18により増幅される。

再生制御部Cは、フォーカス・トラッキング制御部19によりプリアンプ信号18cからフォーカスエラー信号、トラッキング信号を作成し、制御信号に従って対物レンズ12を支持するボイスコイル20を駆動する。この結果、光ディスク1上の記録層の所定の位置に光ビームを照射することができる。

一方、ディスク管理部21では、光ディスク上

のディスク管理領域21aにあらかじめ形成されたデータ信号の管理信号を復調し、光ビームの照射位置の管理、および各記録層に対応した照射パワーの情報などの検出を行なう。また、反射率検出部22では、プリアンプからの信号18cの低周波成分を利用して、光検出器に入射した光量を平均化することにより記録層の反射率を検出する。復調回路23では、プリアンプからの信号18cの高周波成分を用いて、記録層上のコード信号をデータ信号23sに復調する。データ信号23sは、バッファメモリ24に一次蓄積され、外部装置に出力される。

第3図により、多層構造の光ディスク上に光を集光するためのフォーカシング法について説明する。光ディスクの分野で用いられる対物レンズは、所定の光学長、例えば屈折率が1.5であり、厚さ1.2mmの基材を透過した後に正しく焦点を結ぶ構成（各種収差が小さい状態）となっている。本発明の再生法では、この特性を利用して対物レンズ12と光ディスク1の間に透明な平行平板1

-13-

-14-

3を設ける。即ち、目的とする記録層3から対物レンズ12までの間で、平行平板13と、光ディスク基板2と、透明分離層4の厚さを合計した値(光学長)が1.2mmとなるように各層の値を設定する。例えば記録層3a、3b、3cの厚さは1μm以下と、透明分離層4a、4bの厚さに比べ十分に小さくする。透明分離層3a、3bが共に100μmであれば透明平板の厚さは100μmと200μm、光ディスク基板の厚さは1mmとする。この場合、ディスク基板と透明分離層と透明平板は、それぞれの屈折率が1.5に近い程、光の集光状態が最適となる。なお光ディスクは、未記録の状態では各記録層がほぼ均等に光を吸収するよう各層の厚さを設定する。即ち、第3図(a)の平行平板がない場合は光源からの最終の記録層3cを、(b)は平行平板13aが100μmであり記録層3bを、(c)は平行平板13aが200μmであり記録層3cを再生する。以上のように、目的とする記録層に対応して、平行平板を選択することにより、任意の記録層に光

を集光することができる。

一方、各層におけるトラッキングの制御は、従来の光ディスクの方式を用い、連続ガイドトラックの場合はプッシュプル方式、サンプルビットの場合は、サンプルサーボ方式により行なう。以上のような方式により、任意の記録層の任意の位置に光を照射することが可能となる。

本発明で対象とする吸収波長が重複するような複数の情報層を積層すると、入射した光は、各記録層間で干渉、あるいは記録マークやトラッキング用のビットの回折等を受け、それらを総合したものが再生信号として検出される。例えば、記録層を同じ材料で構成し、記録層3bの信号を再生する場合において、記録層の間隔と記録層3aの信号の影響、即ち入射光側の記録層によるクロストーク量の関係について説明する。光ディスクの分野で、一般的に言われるクロストーク量は、隣接するトラックに記録された信号の影響を示し、本発明の多層構造の記録部材においても同様の値が適用できる。クロストーク量の最低の許容値は

-15-

アナログ信号の場合30dB以下、デジタル信号の場合は20dB以下であるといわれている。クロストークが20dBとは、再生しようとする記録層の信号振幅に対し、隣接部の信号の振幅が1/10となる値であることを示している。ここで光源の波長をλ、基板及び透明保護層の屈折率をn、対物レンズの開口をNA、記録層3b上のスポットの大きさを波長と同等とし、信号の許容減衰量を1/aとすると、式1のような関係を満足する値に記録層の間隔dを設定する必要がある。

$$\text{記録層間隔 } d \geq (\lambda)^{1/2} \times L / (2 \tan(\sin^{-1}(NA/n))) \cdots (1)$$

ここでL=830nm、NA=0.5、n=1.5、a=10即ちクロストーク量20dBとすると、記録層間隔はd=3.7μmとなる。即ち、許容できるクロストーク量が決定されたならば、式1より求められた値以上に記録層間隔を設定すれば良い。なお、式1は厳密には各層の回折の影響を考慮する必要があるが、各種記録層の記録原理及び材料特性の影響によりその値は様々である。

-17-

ここでは記録層3aと3b上の光スポットと比より近似的に求めた結果である。式1からさらにクロストーク影響を小さくするためには、記録層間隔を大きく設定すれば良いことがわかる。しかし、記録層の間隔を大きくするに従って、光検出器17に到達する光量が減少するため、再生信号の振幅が低下し、データの復調時にエラーを生じる。

上記のようなS/Nの低下、中でも信号振幅の低下に対応するため本発明においては、各記録層に対応する再生パワーを単独に設定する。それぞれの値は、各記録層の反射率に依存して設定する必要があるが、ほぼ同一の記録層で構成する場合は、入射光に最も近い記録層の照射パワーは小さく、入射光から遠くなるにつれて大きくすることにより、各記録層からの信号振幅を一定の範囲内にすることが可能となる。また、各再生パワーはディスクの特定の部分に管理領域を設け、この管理領域に各パワー値を記録しておく。ディスク管理領域は、例えば第1図のディスク管理領域21aのように光の入射側に最も近い記録層の最外周部

-18-

最内周部等のデータ領域の周囲に光学的に記録する場合や、他の方法としてはディスクを保護するためのカートリッジの一部に磁気的、光学的あるいは半導体メモリ等の手段で設けられる。この領域に記録された値を、再生装置にディスクをセットした時点で、読みだすことにより、データの確実な再生が行なわれる。

次に、多層構造ディスクの記録方法について説明する。前述のように、各記録層は近接する記録層の影響により、記録膜に到達する光の強度が低下する。このため、第3図の第1の記録層3aにデータをランダムに記録した場合には、光源の出力が一定であったとしても、第1層3aの記録状態により、第2層3b、第3層3cに到達する光量に変化する。

本発明においては、記録層の特定の位置、例えば第1層のデータ記録領域の外側にディスクの管理領域を設け、光ディスクのデータ記録履歴を管理する。管理情報に従ってデータの記録開始点を、光の入射側に対し最も離れた位置にある記録層か

ら順次記録する方法をとる。以上の構成とすることで、記録光を照射する層よりも光源側の記録層は、常に未記録状態であり、集光される光は記録ビットによる光の回折及び吸収率の変化を解消することができる。この結果、記録時のレーザ光の照射パワーは、それぞれ記録層に対応して1種類の値を設定するだけで記録が可能となる。

さらに記録層が書き換え機能を有する場合は、記録情報は、上記の方法により一旦すべての記録層の全面に渡って記録した後、任意の位置に書き換え動作を行なう。この場合は、各層に対し2種類の記録パワーを設定する必要がある。即ち、一旦すべての記録層にデータを記録する場合の初期の記録パワーP1と光の入射側の各層にデータの記録がなされた場合の記録パワーP2を設定する。一般に、データの記録が行なわれると、記録部により光の回折、吸収が生じるため、P2はP1よりも大きな値となる。なお、書き換え型の光ディスクの場合は、記録パワーと同時に消去パワーも設定する必要がある。この場合も、記録パワ

-19-

-20-

ーと同様に2つの消去パワーを設定する。

(実施例2)

ここでは、予め各記録層に対応した照射パワーを設定せずに、照射パワーを制御する方法について説明する。

データの再生時に一旦所定のパワーの光を照射した後、目的とする記録層からの反射光量に応じて、照射パワーにパワーサーボを行なう。例えば第2層3bを再生する場合、光検出器17に到達する光量は第1層の吸収、あるいは回折の影響により反射光量が著しく低下すると、同時に再生振幅が低下する。この反射光量が一定となるように、再生光光源のパワーにサーボをかける。

記録あるいは記録消去の可能な記録層の場合は、予め光ディスクの各層が未記録状態の反射光量、順次記録状態の反射光量を測定し、それぞれの状態における、各層の反射光量と記録に必要な光源の出力が実験的に求めておく。これらの結果をコントローラ8に記憶させることで、反射率測定部22からの出力信号をもとに、目的とする記録層

に必要な光源の光出力が特定され、この結果に従ってレーザ駆動回路10を駆動することにより、信号の記録が行なわれる。以上の構成によれば、各層の記録状態を制限することなく、かつ記録パワー不足等による記録エラーを回避できる。

ここまでは、反射光量に応じてパワーサーボを行なう場合であったが、他の方法としては、再生信号の振幅によりパワーサーボを加える方法がある。データの記録に際して、常にデータの先頭の部分に一定のパターンからなる信号を記録する構成とし、この振幅に対してサーボを行なう。

以上の構成とすることにより複数の記録層からなる光ディスクの任意層に、データを再生、記録あるいは記録消去することが可能となった。

(実施例3)

ここまでは、単一の光源を用いて複数の記録層を再生する構成であったが、本発明は、複数の光源を用いて記録再生する場合においても同様に適用できる。

第4図は、複数の記録層に対応して、それぞれ

-21-

-22-

単独の発光波長の異なる3つの光源26a, 26b, 26cを設けた例である。即ち、対物レンズ12の色収差を利用し、それぞれの波長に対応した焦点位置に記録層3a, 3b, 3cが位置するように、各記録層、分離層4a, 4bの厚さを設定する。なお、ここで用いる対物レンズは、従来のレンズよりもさらに色収差の大きなレンズを採用することが望ましい。即ち色収差が多きいため記録層間隔を大きくでき、記録層間のクロストークを低減することができる。

第5図は、同一波長の複数光源を用いる方法であり、光源28a, 28b, 28cとコリメータレンズ14間の距離を段階的に変えて配置することにより、対物レンズ12を透過した後の光の焦点位置を変化させる。なお、第4図、第5図共に光検出器の詳細は省略した。第1図に示した光学系と同様の構成で、光路中に偏向ビームスプリッターあるいはハーフミラー等により入射光路を分岐し、各光源に対応した3個の光検出器を設ければよい。

-23-

での記録状態による回折を無視することができ、有利である。

以上の方法により、複数の情報記録層からの情報が再生可能となり、光記録部材の記録容量の向上が図れる。

発明の効果

本発明により、複数の情報記録層からの情報が再生可能な記録部材の提供、およびそれらの部材に対し信号の記録・再生が可能となり、光記録部材の記録容量の向上が図れる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例における記録再生装置全体の構成図、第2図は光情報記録部材の断面図、第3図は単一ビームによる多層構造記録媒体の焦点制御の原理図、第4図は複数ビームによる多層構造記録媒体の焦点制御の構成図、第5図は複数ビームによる多層構造記録媒体の焦点制御の構成図である。

1・・・光ディスク、2・・・基板、3・・・記録層、4・・・分離層、7・・・駆動回路、8・・・光源、12・・・

各光源のパワーは、実施例1と同様に各層に対応した値を設定する。その方法としては、予め各値をディレクトリー等で管理する方法、あるいは照射した光の反射光量に応じて照射パワーを変化させるいずれにも対応できる。

以上のような構成によれば、複数層を同時に再生、あるいは記録することが可能となる。

ここでは情報層が3層の場合について述べたが、情報層が2層の場合、情報層の吸収率が低く、また回折効果の少ない情報層を積層することでさらに多層の場合の情報再生も可能である。

なお情報記録層については、例えばコンパクトディスクのピットのような形状変化によるもの、薄膜に穴を形成するもの、アモルファス-結晶間の状態変化を利用したもの、あるいは磁性体の磁気光学効果により信号を再生する光磁気記録膜等が利用できる。さらに上記の薄膜を組み合わせた構造も考えられる。特に入射光に近い層を光磁気記録膜を、入射光から遠い層を光磁気記録膜以外の情報層を配置する方法によれば、光磁気記録層

-24-

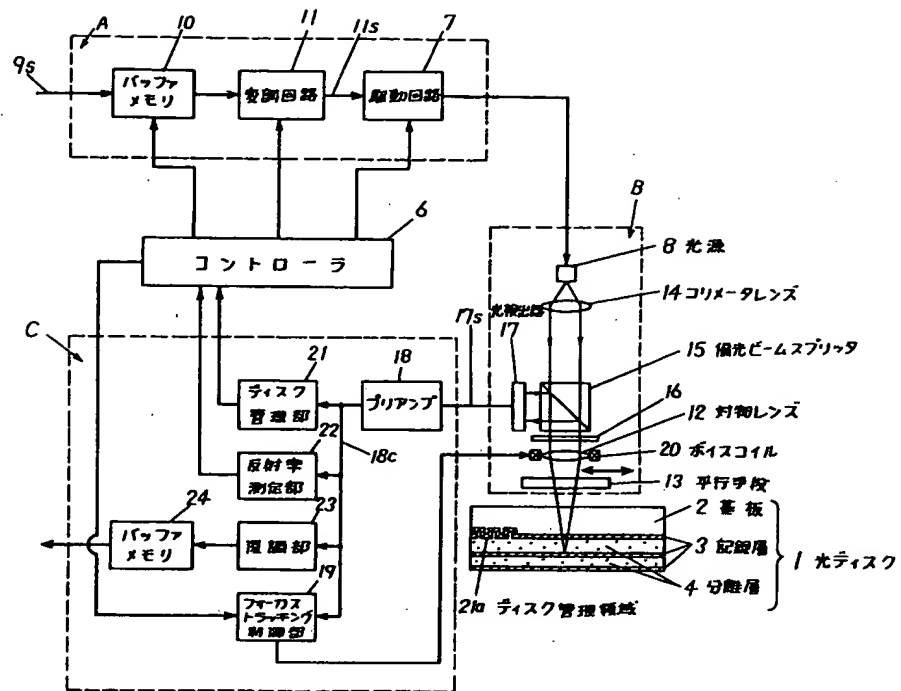
対物レンズ 17・・・光検出器 13・・・平行平板
21・・・ディスク管理部 21a・・・ディスク管理領域 22・・・反射率測定部

代理人の氏名 弁理士 栗野重孝 ほか1名

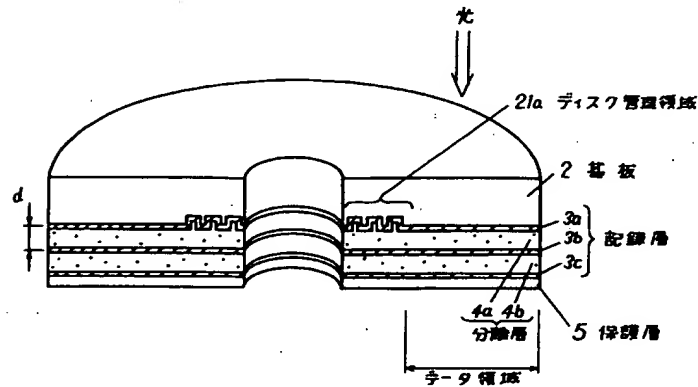
-25-

-26-

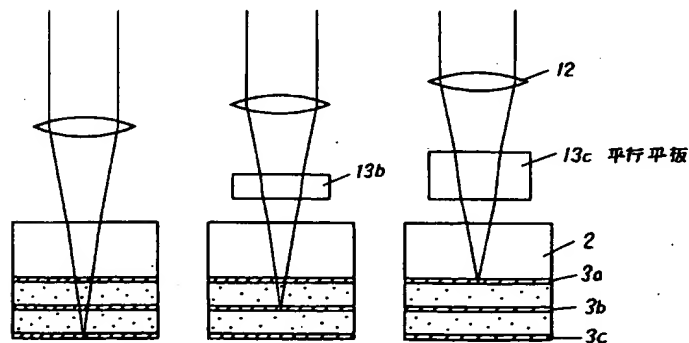
第 1 図



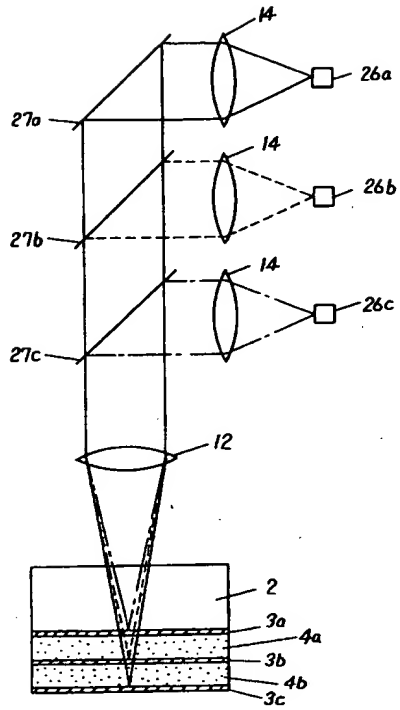
第 2 図



第 3 図



第 4 図



第 5 図

